OIPE JC99
JUN 09 2004
PATENT & TRADEMARK OFFICE

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of

Takashi Nishimura

Docket No.: 03280084US

Serial No.: 10/681,261

Group Art Unit: 2828

Filed: October 9, 2003

Examiner: Unassigned

For: **BEAM SPLITTING UNIT, BEAM-EMISSION-ANGLE COMPENSATING OPTICAL UNIT, AND LASER MARKING APPARATUS**

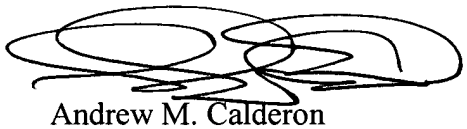
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Application Number 2003-094117 filed on March 31, 2003, Japanese Application Number 2003-031306 filed on February 7, 2003, Japanese Application Number 2002-301089 filed on October 15, 2002 and Japanese Application Number 2002-297884 filed on October 10, 2002, upon which applications the claim for priority is based.

Respectfully submitted,



Andrew M. Calderon
Reg. No. 38,093

McGuireWoods LLP
1750 Tysons Boulevard, Suite 1800
McLean, VA 22102
(703)712-5000

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: ２００２年１０月１５日

出 願 番 号
Application Number: 特願２００２－３０１０８９

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００２－３０１０８９]

出 願 人
Applicant(s): 日立工機株式会社

２００３年 ９月 ４日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office 今 井 康 夫

出証番号 出証特２００３－３０７２３４７

【書類名】　特許願
【整理番号】　2002226
【あて先】　特許庁長官殿
【国際特許分類】　G01C 15/00
【発明者】
【住所又は居所】　茨城県ひたちなか市武田１０６０番地　日立工機株式会社内
【氏名】　西村　孝司
【特許出願人】
【識別番号】　000005094
【氏名又は名称】　日立工機株式会社
【代表者】　武田　康嗣
【代理人】
【識別番号】　100072394
【弁理士】
【氏名又は名称】　井沢　博
【手数料の表示】
【予納台帳番号】　164058
【納付金額】　21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】　明細書　1
【物件名】　図面　1
【物件名】　要約書　1
【包括委任状番号】　0201528
【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】ビーム出射角度補正素子及びそれを搭載したレーザ墨出し装置

【特許請求の範囲】

【請求項１】

ガラス又はプラスチック等の光透過体であって、角度誤差を補正すべき光の入射面と、出射面を有し、上記入射面と出射面とのなす角度αが、上記光透過体の屈折率に依存する所定の値となるように上記入射面と出射面を形成したことを特徴とするビーム出射角度補正用光学素子。

【請求項２】

ガラス又はプラスチック等の光透過体であって、角度誤差を補正すべき光の入射面と、出射面を有し、上記入射面と出射面とが所定の角度をなすようにしたビーム出射角度補正用光学素子であって、ビームの進行方向に対する角度誤差をθ、角度補正用光学素子の屈折率をｎ、該角度補正用光学素子の入射面と出射面がなす頂角をαとした時、頂角の大きさがα＝θ／（ｎ-1）又はその近傍となるように上記入射面と出射面を形成したことを特徴とするビーム出射角度補正用光学素子。

【請求項３】

請求項２において上記入射面と出射面のなす頂角αが$1.1\theta \leqq \alpha \leqq 2.2\theta$であることを特徴とするビーム出射角度補正用光学素子。

【請求項４】

請求項２において角度補正用光学素子の屈折率ｎが$1.47 \leqq n \leqq 1.53$の範囲にあってかつ頂角αが2θであることを特徴とするビーム出射角度補正用光学素子。

【請求項５】

請求項２において角度補正用光学素子は、少なくとも２つの平行な面と、所定の角度をなすように形成された第１及び第２の面とを有し、入射光は上記第１の面に照射し、上記第２の面から光線を出射するように配置したことを特徴とする角度補正光学系。

【請求項６】

半導体レーザよりなる光源と、該光源から出射した光をコリメート光に変換す

る光学素子と、コリメート光の出射角度を微調整するビーム出射角度補正用光学素子と、出射角度が補正されたコリメート光からライン光を発生させる光学系を備え、上記ビーム出射角度補正用光学素子は、ガラス又はプラスチック等の光透過体よりなる平板であって、角度誤差を補正すべき光の入射面と、出射面を有し、上記入射面と出射面とのなす角度αが、上記光透過体の屈折率に依存する所定の値となるように上記入射面と出射面を形成したことを特徴とするレーザ墨出し装置。

【請求項７】

半導体レーザよりなる光源と、該光源から出射した光をコリメート光に変換するコリメート光学素子と、コリメート光の出射角度を微調整するビーム出射角度補正用光学素子と、出射角度が補正されたコリメート光からライン光を発生させる光学系を備え、上記ビーム出射角度補正用光学素子は、ガラス又はプラスチック等の光透過体よりなる平板であって、角度誤差を補正すべき光の入射面と、出射面を有し、上記入射面と出射面とが所定の角度をなすように構成され、ビームの進行方向に対する角度誤差をθ、角度補正用光学素子の屈折率をｎ、該角度補正用光学素子の入射面と出射面がなす頂角をαとした時、頂角の大きさが$\alpha = \theta$／（ｎ-1）またはその近傍となるように上記入射面と出射面を形成してなることを特徴とするレーザ墨出し装置。

【請求項８】

半導体レーザよりなる光源と、該光源から出射した光をコリメート光に変換するコリメート光学素子と、該光源からの光線から複数の光線を発生するビームスプリッターと、該ビームスプリッターから分岐した複数のコリメート光の出射角度を微調整するビーム出射角度補正用光学素子と、出射角度が補正されたコリメート光からライン光を発生させる光学系を備え、上記ビーム出射角度補正用光学素子は、ガラス又はプラスチック等の光透過体よりなる平板であって、角度誤差を補正すべき光の入射面と、出射面を有し、上記入射面と出射面とが上記光透過体の屈折率に依存した所定の角度をなすように構成したことを特徴とするレーザ墨出し装置。

【請求項９】

半導体レーザよりなる光源と、該光源から出射した光をコリメート光に変換するコリメート光学素子と、該光源からの光線から複数の光線を発生するビームスプリッターと、該ビームスプリッターから分岐した複数のコリメート光の出射角度を微調整するビーム出射角度補正用光学素子と、出射角度が補正されたコリメート光からライン光を発生させる光学系を備え、上記ビーム出射角度補正用光学素子は、ガラス又はプラスチック等の光透過体よりなる平板であって、角度誤差を補正すべき光の入射面と、出射面を有し、上記入射面と出射面とが所定の角度をなすように構成され、ビームの進行方向に対する角度誤差をθ、角度補正用光学素子の屈折率をｎ、該角度補正用光学素子の入射面と出射面がなす頂角をαとした時、頂角の大きさが$\alpha = \theta /（n-1）$またはその近傍となるように上記入射面と出射面を形成してなることを特徴とするレーザ墨出し装置。

【請求項１０】

互いに直交する軸をｘ，ｙ，ｚとしたとき、ｚ－ｙ面からｘ方向に光ビームを出射するビーム照射光学系と、第1及び第２のビーム出射角度補正用光学素子からなる出射角度補正装置であって、上記第1及び第２の光学素子は、角度を補正すべき光の入射面と出射面とを有し、屈折率がｎのガラス又はプラスチック等の光透過体であって、第１の光学素子はｘ－ｙ面における光ビームの傾きを補正し、第２の光学素子はｘ－ｚ面における光ビームの傾きを補正するように配置したことを特徴とする光ビーム出射角度補正装置。

【請求項１１】

請求項１０において、光ビームをｘ－ｙ面に正射影したときにｘ軸となす角度をδｘｙとしたとき、第１の光学素子の入射面と出射面のなす角度αを、δｘｙ／（ｎ－１）またはその近傍の値にしたことを特徴とする光ビーム出射角度補正装置。

【請求項１２】

請求項１０において、光ビームをｘ－ｚ面に正射影したときにｘ軸となす角度をδｘｚとしたとき、第２の光学素子の入射面と出射面のなす角度αを、δｘｚ／（ｎ－１）またはその近傍の値にしたことを特徴とする光ビーム出射角度補正装置。

【請求項１３】

互いに直交する軸をｘ，ｙ，ｚとしたとき、ｚ－ｙ面からｘ方向に光ビームを出射するビーム照射光学系と、該光ビームの出射角度を補正するための光学素子とよりなる光ビーム出射角度補正装置であって、上記光学素子は、角度を補正すべき光の入射面と出射面とを有し、屈折率がｎのガラス又はプラスチック等の光透過体よりなり、ｘ－ｙ面及びｘ－ｚ面の両方における光ビームの傾きを補正するために、ｚ－ｙ面内で適当な角度傾斜して配置したことを特徴とする光ビーム出射角度補正装置。

【請求項１４】

請求項１３において、光ビームとｘ軸とのなす角度をδとしたとき、光学素子の入射面と出射面とのなす角度αをδ／（ｎ－１）またはその近傍としたことを特徴とする光ビーム出射角度補正装置。

【請求項１５】

請求項１０乃至１４のいずれかに記載された光ビーム出射角度補正装置を搭載したことを特徴とするレーザ墨出し装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主として１本のレーザ光を複数本のレーザ光に分割するためのビームスプリッター及びそのビームスプリッターを使用したレーザ墨出し装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

家屋建築の際、特に工事の開始時には各種部材の取り付け基準位置の設定や部材加工の位置決め等に水準線を出す作業、すなわち墨出し作業が必須である。そこで建築現場では、レベル測量儀等の器具を用いてレベル出しを行い、対象となる構造物の壁に複数のマーク(墨)をつけ、それらをつないで墨出しラインを形成し工事基準としていた。

【０００３】

しかし、この作業は最低でも２人で行う必要があり、非常に手間が掛かり、効率が悪いという問題があった。この問題を改善するために、最近ではライン光照射機能を有するレーザ墨出し装置を用いて効率良く墨出し作業を行うことが多くなった。レーザ墨出し装置は１人で墨出し作業を容易に行うことができるため、建築作業には欠かせない建築作業必須ツールとなりつつある。

【０００４】

墨出しラインには床から壁、天井にかけて垂直線を描くいわゆる『たちライン』や２本の『たちライン』を同時に照射させることで天井に直角ラインを描く『大矩ライン（おおがねライン）』あるいは壁に水平線を描く『ろくライン』あるいはレーザ墨出し装置の直下の床上に集光したレーザビームを照射する『地墨』等いろいろなラインが存在する。

【０００５】

レーザ墨出し装置を用いた墨出し作業の効率化を図るには、1台のレーザ墨出し装置で複数の墨出しラインが照射できることが望まれる。そこで最近では1台の装置で２ライン以上のライン照射が可能な装置が提案されている。

【０００６】

1台のレーザ墨出し装置から複数ラインを照射するためには、複数個のレーザ光源を搭載する方式か、１個のレーザ光源から出射されたレーザ光を分割することにより複数ラインを得る方式が考えられる。

【０００７】

１本のレーザ光を分割することにより複数のライン光を得る方式としては、従来方法はレーザ出射方向に複数のハーフミラーを直列に積層した構造の出射光学系を用いる方式が知られている（特許文献１参照）。

【特許文献１】

特開平９－１５９４５１号（図1及び図3）

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】

レーザ墨出し装置から照射されるライン光は理想的な水平線及び理想的な垂直線に近いほど、ライン指示精度は良くなる。したがって、複数個のレーザ光源を

用いる従来のレーザ墨出器では、ライン指示精度を出すために個々のレーザ光源付属の光学系について光学調整を行う必要がある。しかしながらこの組立調整にはかなりの手間がかかり、装置のコストも高くなると言う問題がある。

【０００９】

一方、１本のレーザ光を分割することにより複数のライン光を得る方式としては、例えば特開平９－１５９４５１号に開示されるように、レーザ出射方向に複数のハーフミラーを直列に積層した構造の出射光学系を用いる方式が知られている。しかし、この方式の場合、出射光の角度を調節するためにはハーフミラーの設置角度を微調整する必要があり，機構が複雑かつ部品点数が増えてしまう。ちなみに特開平９－１５９４５１号に示された方式では特にハーフミラーの角度調整機構は設けていないため、出射光の指示精度を高めることは困難である。

【００１０】

本発明の目的は、このような従来の課題を解決した簡易なビーム出射角度補正素子及びそれを搭載したレーザ墨出し装置を提供することにある。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために本発明は、ガラス又はプラスチック等の光透過体よりなる平板であって、角度誤差を補正すべき光の入射面と、出射面を有し、上記入射面と出射面とのなす角度αが、上記光透過体の屈折率に依存する所定の値となるように上記入射面と出射面を形成した光学素子によりビーム出射角度を補正するようにしたことに一つの特徴がある。このように構成することにより簡単且つ高精度でビーム角度を補正することが可能になる。また、上記角度補正の効果は、光学素子の配置の精度に依存しないため、該角度補正光学素子を光学系に組み込むときに精度を必要としないという利点がある。

【００１２】

本発明の特徴をさらに具体的に言えば、ビームの進行方向に対する角度誤差をθ、角度補正用光学素子の屈折率をｎ、該角度補正用光学素子の入射面と出射面がなす頂角をαとした時、頂角の大きさが$\alpha = \theta / (n-1)$又はその近傍となるように上記入射面と出射面を形成したことにある。すなわち、角度補正用の光学

素子の頂角を、入射ビームの入射角度と光学素子の屈折率だけから決定できるため光学素子の設計が極めて容易である。

【００１３】

本発明の他の特徴は、角度補正用光学素子の入射面と出射面のなす頂角αを$1.1\theta \leqq \alpha \leqq 2.2\theta$の範囲に設定したことにある。このように構成すると、通常のガラスあるいはプラスチックを用いた場合、角度補正用光学素子の頂角を、容易に設計することができる。

【００１４】

本発明の他の特徴は、角度補正用光学素子の屈折率ｎが$1.47 \leqq n \leqq 1.53$の範囲にあってかつ頂角αが2θ、あるいはその近傍に選定したことにある。このようにすると、一般的な角度精度を有する光学素子を用いてライン光を発生した場合、レーザ墨出し器のライン光指示精度を仕様範囲に収めることが可能になる。

【００１５】

本発明の他の特徴は、角度補正用光学素子は、少なくとも２つの平行な面と、所定の角度をなすように形成された第１及び第２の面とを有し、入射光は上記第１の面に照射し、上記第２の面から光線を出射するように配置したことにある。前述のように本発明においては、入射面と出射面の角度は補正に影響するが、そのほかの形状や大きさに影響を受けずに補正することができる。

【００１６】

本発明の他の特徴は、互いに直交する軸をｘ，ｙ，ｚとしたとき、ｚ－ｙ面からｘ方向に光ビームを出射するビーム照射光学系と、第1及び第２のビーム出射角度補正用光学素子から出射角度補正装置を構成し、第１の光学素子はｘ－ｙ面における光ビームの傾きを補正し、第２の光学素子はｘ－ｚ面における光ビームの傾きを補正するように配置したことにある。このように構成すると３次元的な出射角度誤差を互いに直交する２つの正射影成分に分けて書く成分ごとに角度補正を行なうことができる。

【００１７】

本発明の他の特徴は、互いに直交する軸をｘ，ｙ，ｚとしたとき、ｚ－ｙ面からｘ方向に光ビームを出射するビーム照射光学系と、該光ビームの出射角度を補

正するための光学素子とより光ビーム出射角度補正装置を構成し、上記光学素子は、ｘ－ｙ面及びｘ－ｚ面の両方における光ビームの傾きを補正するために、ｚ－ｙ面内で適当な角度傾斜して配置したことにある。このように配置すると、１個の補正素子で３次元的角度誤差を補正することが可能になる。

【００１８】

本発明の他の特徴は、上記のような角度補正光学素子および光ビーム出射角度補正装置をライン光発生光学系に組み込んでレーザ墨出し装置を構成したことにある。このように構成することにより、非常に高い指示精度を有するレーザ墨出し装置を低価格で得ることが可能になる。

本発明の他の特徴及び効果は以下の実施形態の説明から更に明確に理解される。

【００１９】

【発明の実施の形態】

（実施形態１）

本発明のビーム出射角度補正素子１の一実施例を図１に示す。本発明にかかるビーム出射角度補正素子１は、ガラス又はプラスチック等の光透過体で構成された平板であり、図１の紙面と垂直方向に厚みを有する。本実施形態ではガラス材であるBK７（屈折率1.5）を用いた。同図において２が光の入射面、３が光の出射面を示し、その入射面２と出射面３は所定の角度αをなすように形成されている。

【００２０】

次に図２を用いて本発明のビーム出射角度補正素子１の原理を説明する。別の光学系（図示しない）から出射したビームB1が理想的なビームの進行ライン（ｘ軸）と角度δずれている場合について考える。今、ビーム出射角度補正素子１の入射面２がｘ軸と$\pi/2-\xi$の角度だけ傾いて設置されており、さらに入射面２の法線に対してビームB1が角度θ_1傾いて入射し、更に、ビーム出射角度補正素子１内部を進むビームＢ２は、上記の法線に対して角度γ傾いて進むとする。ビーム出射角度補正素子１の屈折率をｎとするとスネルの法則により

$$\sin\theta_1 = n \cdot \sin\gamma \qquad (1)$$

が成り立つ。ここでビーム出射角度補正素子１外部は空気であるため屈折率は１

である。

【００２１】

また、ビーム出射角度補正素子１内部を進むビームＢ２は、出射面３の法線に対して$\alpha-\gamma$の角度をなす。ビーム出射角度補正素子１内部から出射したビームB3が出射面３の法線となす角度をθ_2とするとスネルの法則により

$n \cdot \sin(\alpha-\gamma)=\sin\theta_2$　　（２）

が成り立つ。

（１）式から　　$\sin\gamma=(1/n)\cdot\sin\theta_1$　（３）

（３）式を変形して

$\cos\gamma=(1/n)\cdot(n^2-\sin^2\theta_1)^{1/2}$　（４）　となる

。

次に（２）式から

$\sin\theta_2=n\cdot\sin(\alpha-\gamma)$

$=n\cdot(\sin\alpha\cdot\cos\gamma-\cos\alpha\cdot\sin\gamma)$

$=n\cdot(\sin\alpha\cdot(1/n)\cdot(n^2-\sin^2\theta_1)^{1/2}$

$-\cos\alpha\cdot(1/n)\cdot\sin\theta_1)$

$=\sin\alpha\cdot(n^2-\sin^2\theta_1)^{1/2}-\cos\alpha\cdot\sin\theta_1$　（５）

となる。

ここでビームB１がｘ軸となす角度δは　$\delta=\xi-\theta_1$　（６）

また、出射ビームB３がｘ軸となす角度ϕは　$\phi=\alpha-\xi-\theta_2$　（７）

となる。

【００２２】

今、α、θ_1及びδが十分小さい場合、

$\sin\theta_1=\theta_1$　　$\sin\theta_2=\theta_2$　　$\sin\alpha=\alpha$　　$\cos\alpha=1$

$\theta_1^2=0$

であるため、（５）式は

$\theta_2=\alpha\cdot(n^2-\theta_1^2)^{1/2}-\theta_1)$

$=n\cdot\alpha-\theta_1$　　（８）

出射ビームB３がｘ軸となす角度ϕは（７）式に（８）式を代入して

$\phi = \alpha - \xi - (n \cdot \alpha - \theta_1)$

$= \alpha - n \cdot \alpha - (\xi - \theta_1)$

$= \alpha - n \cdot \alpha - \delta$　　（９）

ここでϕが０となるのは（９）式において$\phi = 0$とすると

$\alpha - n \cdot \alpha - \delta = 0$

上式を変形して

$\alpha = -\delta / (n-1)$　　（１０）

となる。すなわちビームＢ１がｘ軸となす角度δに対して１／（ｎ－１）倍の角度αを有するビーム出射角度補正素子１にビームを透過させることにより、ビーム出射角度補正素子１からの出射光がｘ軸となす角度は０となるように補正される。また、（１０）式から明らかなようにこの角度補正は、ビーム出射角度補正素子１のｘ軸に対する設置角度には依存しない。

【００２３】

今、ある光学系からの出射ビームがｘ軸と０．０１°の角度をなしている場合、このビームの進行方向をｘ軸の方向と一致させるためには（１０）式から$\alpha = -0.01/(n-1)$の角度を有するビーム出射角度補正素子１を用いて角度補正を行えばよい。ビーム出射角度補正素子１の材質をBK７（屈折率＝１．５）とすると、

$\alpha = -0.01/(1.5-1) = -0.02°$となる。

【００２４】

図３に本発明のビーム出射角度補正素子１の実装例を示す。上述の通り角度補正の効果はビーム出射角度補正素子１とｘ軸がなす取り付け角度には依存しないが、取り付けの方向は重要である。本実施例では図３に示すように入射ビームＢ１がｘ軸に対し、＋０．０１°傾いているのでビーム出射角度補正素子１の０．０２°の角度を有する方向は図面下向きに設置する必要がある。すなわち補正素子１の幅の狭い部分がｘ軸の下方に、幅の広い部分がｘ軸の上方に位置するようにこの素子１を配置する。逆に、入射ビームＢ１がｘ軸に対して－０．０１°傾いている場合にはビーム出射角度補正素子１の０．０２°の角度を有する方向は図面上向きに配置する。但し、素子の厚み、外形の大きさには全く無関係である

ため、補正が必要な光学系のサイズに応じて角度補正素子を自由に設計することができる。

【００２５】

（実施形態２）

本発明のビーム出射角度補正素子１をレーザ墨出し装置に実装した形態について説明する。図４に示すようにレーザ墨出し装置10は基本的にはライン光を発生させる光学系14と光学系を水平に保つための支持機構部15から構成されている。図５にライン光発生光学系14の一例の概略を示す。

【００２６】

レーザー墨出し装置本体に対して水平方向に配置した半導体レーザ16から出射されたレーザビームはコリメータレンズ17によりビーム断面形状が円形であるコリメート光（平行光）Ｂ1に変換される。本実施形態ではコリメート光Ｂ1のビーム径は２ｍｍになるように設定している。また、光学系14はビームスプリッター４が用いられており入射光を３本の均一な強度の光に分岐している。すなわちこのビームスプリッター４はこの実施例ではガラス又はプラスチック等の光を透過する３個の部材を貼り合わせて構成され直方体形状をしている。第１の部材と第２の部材の貼り合わせ面には第１の光分離面41が形成されている。すなわちこの光分離面41で入射光が透過光と反射光に分離される。

【００２７】

さらに第２の部材と第３の部材の貼り合わせ面には第２の光分離面42が形成されている。上記の反射光はビームスプリッター４の内部を進み、第２の光分離面で更に反射光と透過光に分離されるので３本の分岐光を得ることができる。したがって各光線の光路上にロッドレンズ51、52、53を配置することで３本のライン光を得ることができる。

【００２８】

ここでビームスプリッター４は必ず加工誤差を持っているため、分岐光の出射角度には若干の誤差が含まれる。しかしレーザ墨出し装置の場合、ライン光の指示精度が厳しく規定されており、例えばライン光を照射し１０ｍ先で1ｍｍ以内の指示精度に押さえる必要がある。１０ｍで１㎜の精度に押さえるには、ビーム

スプリッター４の出射光が、理想的な水平線（ｘ軸）となす角度を０．００５°以内としなければならない。つまり各分岐光が理想ラインとなす角度が０．００５°を超える場合、補正が必要となる。この実施例ではビームスプリッター４から出射した光線の各光路にビーム出射角度補正素子１ａ、１ｂ、１ｃが配置されている。例えば各分岐光が理想ラインとなす角度が０．０３°である場合、α＝－０．０３／（１．５－１）＝０．０６°の角度を有するビーム出射角度補正素子１を用いて角度補正を行うことにより、補正素子からの出射光が理想ラインとなす角度は０となる。角度補正素子１ａ、１ｂ、１ｃの後にロッドレンズ51、52、53を配置することにより発生するライン光の指示精度は０となり、理想ラインと一致する。

【００２９】

次に角度補正素子１ａ、１ｂ、１ｃにおいて$\alpha=-2\delta$である時、各角度補正素子１ａ、１ｂ、１ｃが補正効果を発揮するための屈折率の範囲を規定する。図3に示すように角度補正素子1の入射面がｘ軸に直交するように配置されている場合について考える。これは図2において$\xi=0$の場合に相当する。したがって、（7）式から

$\phi=\alpha-\xi-\theta_2$

$=\alpha-\theta_2$　　(11)

ここでθ_2は（8）式から$\theta_2=n\cdot\alpha-\theta_1$　であるため、これを（11）式に代入してまとめると　　$\phi=(1-n)\alpha+\theta_1$　　(12)　となる。

【００３０】

ここで上述の通り、角度補正素子１の頂角は$\alpha=-2\delta$であり、さらに（6）式から$\delta=\xi-\theta_1$　であるが、$\xi=0$のため　$\delta=-\theta_1$となる。したがって$\alpha=2\theta_1$　である。これを（12）式に代入してまとめると

$\phi=(1-n)(2\theta_1)+\theta_1$

$=(3-2n)\theta_1$　　(13)　　となる。（13）式を変形して

$n=(3-\phi/\theta_1)/2$　　(14)　が得られる。

【００３１】

ここでレーザ墨出し器において一般的な光学素子の角度精度は３分程度である

ので、この精度3分で作製した光学素子を用いてライン光を発生させた場合,生じ得るライン光指示精度の最大値は±０．０８°程度となる。一方、本実施例で検討しているレーザ墨出し器のライン光指示精度の許容値は０．００５°であるため、(14) 式においてθ_1＝±０．０８　，ϕ＝０．００５　を代入し、ｎを計算すると

それぞれ　ｎ＝１．４６８８　，　ｎ＝１．５３１３　が得られる。

すなわち、角度補正素子1の屈折率ｎが

１．４６８８≦ｎ≦１．５３１３の範囲にあれば、レーザ墨出し器のライン光指示精度が仕様範囲に収まることが分かる。

すなわち、角度補正素子1の屈折率は概略　１．４７≦ｎ≦１．５３　であればよい。また、一般的にガラスあるいはプラスチック材の屈折率は

1．４５≦ｎ≦１．９０　の範囲に存在しているため、(10) 式に

上記のｎの値を代入し計算するとそれぞれ　α＝－１．１δ　α＝－２．２δとなる。ξ＝０の時、δ＝－θ_1　であるため

α＝１．１θ_1　　α＝２．２θ_1　　となる。

【００３２】

（実施形態３）

次に図６に示すようにビーム照射光学系60からの出射ビームＢ１がｘ軸に対して３次元的に傾いている場合の角度補正に関する実施形態について説明する。図６に示すようにｘ、ｙ、ｚ座標を定め、ｘｙ平面及びｘｚ平面に対するビームＢ１の正射影を考える。ｘｙ平面の正射影を図７に示し、ｘｚ平面に対する正射影を図８に示す。

【００３３】

例えばｘｙ平面への正射影Ｂ１ｘｙがｘ軸となす角度をδｘｙとすると、式（１０）から角度補正素子１ｘｙの頂角の大きさδは－δｘｙ／（ｎ－１）となる。ここで角度補正素子１ｘｙの材質をＢＫ７（屈折率1.5）とすると、α＝－２δｘｙとなる。負号を考慮すると角度補正素子１ｘｙにより角度補正がなされ出射ビームＢ３ｘｙのようにｘ軸に平行な光に変換される。

【００３４】

これはｘｚ平面への正射影Ｂ1ｘｚに対しても全く同様である。この場合はα＝－2δｘｚの頂角を有する角度補正素子1ｘｚを図８のように配置することでｘ軸に平行なビームＢ3ｘｚを得ることができる。すなわち、ｘ軸に対して３次元的に傾いているビームの角度補正方法としては図１０に示すように角度補正素子1ｘｙ及び1ｘｚを互いに直交するように配置し各正射影毎に角度補正を行う。

【００３５】

（実施形態４）

次に本発明による角度誤差補正の別の実施形態について説明する。

今、図6においてビームＢ1がｘ軸となす角度をδとすると、頂角の大きさが－δ／（ｎ－1）である角度補正素子1を用いることでｘ軸に平行なビームを得ることができる。ただし、この場合ビームＢ1はｘｙ平面あるいはｘｚ平面上に無いため、角度補正素子1をｙ軸あるいはｚ軸に平行に配置することでは補正を十分に行うことはできない。ｙ軸に対して所定の角度をなすように角度補正素子1を配置することが必要となる。ｙ軸に対する角度補正素子1の配置角度は次のようになる。ビームＢ1のｙｚ平面に対する正射影を考えるとそれは図９のようになる。

【００３６】

正射影Ｂ1ｙｚがｙ軸となす角度をδｙｚとした時、このδｙｚが角度補正素子1の配置角度となる。今、角度補正素子1の材質をＢＫ7（屈折率1.5）とすると、図１１に示すように頂角α＝－2δである角度補正素子1をｙ軸に対してδｙｚとなるように配置することによりｘ軸と完全に平行となる出射ビームを得ることが可能となる。実際には上述の角度補正素子1をｘ軸を回転軸として適当に回転させ出射ビームＢ3とｘ軸のなす角度が0になる位置で角度補正素子1を固定すればよい。

【００３７】

【発明の効果】

上述のように本発明によるビーム出射角度補正素子を用いれば、簡易な方法で，ビーム出射角度を補正することが可能となる。また、本発明によるビーム出射角度補正素子をレーザ墨出し装置の光学系に搭載することで非常に高い指示精度

のライン光を容易に得ることができるため、低コストで複数本の高精度墨出し用レーザライン光を発生させることが可能となった。その結果、従来は非常に高価であった複数ライン光照射用レーザ墨出し装置を低価格で得ることが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明のビーム出射角度補正素子の一実施例を示す概略図。

【図２】本発明のビーム出射角度補正素子による角度補正原理を示す図。

【図３】本発明のビーム出射角度補正素子の一実施例を示す概略図。

【図４】本発明のビーム出射角度補正素子を搭載したレーザ墨出し装置の概略図。

【図５】本発明のレーザ墨出し装置におけるライン光発生光学系の概略図。

【図６】光学系からの出射ビームの様子を示す概略図。

【図７】出射ビームが三次元的に傾いている場合の出射角度補正の原理を説明するための説明図。

【図８】出射ビームが三次元的に傾いている場合の出射角度補正の原理を説明するための説明図。

【図９】出射ビームが三次元的に傾いている場合の出射角度補正の原理を説明するための説明図。

【図１０】本発明のビーム出射角度補正素子の配置についての一実施形態を示す概略図。

【図１１】本発明のビーム出射角度補正素子の配置についての一実施形態を示す概略図。

【符号の説明】

１、１ａ、１ｂ、１ｃ：ビーム出射角度補正素子

２：入射面

３：出射面

４：ビームスプリッター

10：レーザ墨出し装置

14：ライン光発生光学系

15：支持系

16：半導体レーザ

17：コリメートレンズ

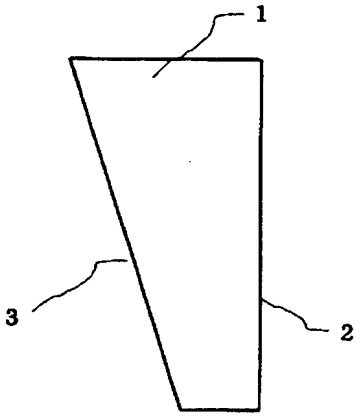
51、52、53：ロッドレンズ

60：ビーム照射光学系

【書類名】　図面

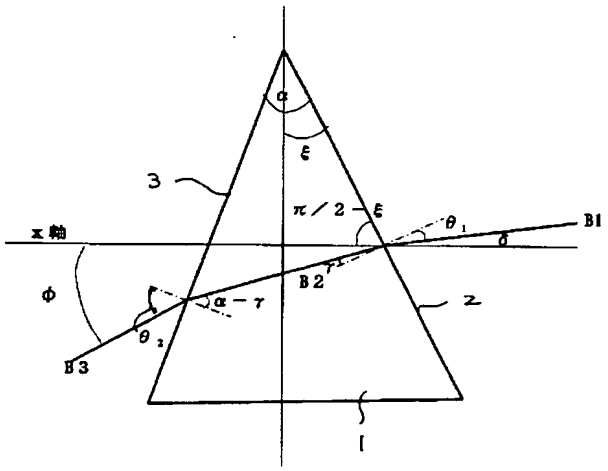
【図１】

図１



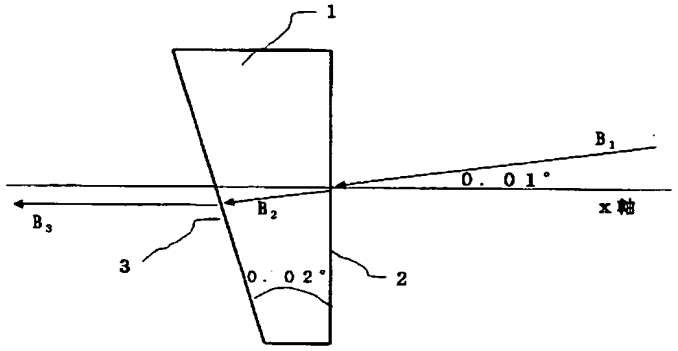
【図２】

図２



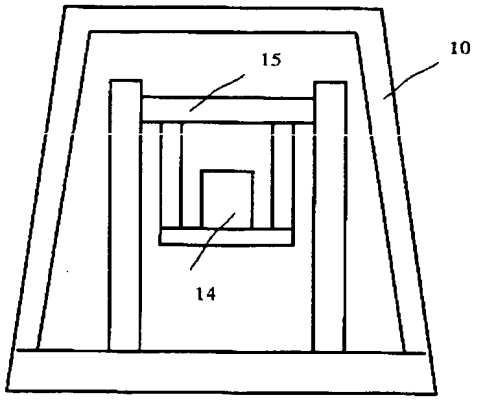
【図３】

図３



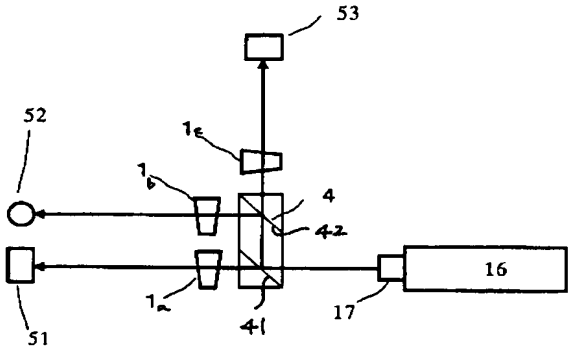
【図４】

図４

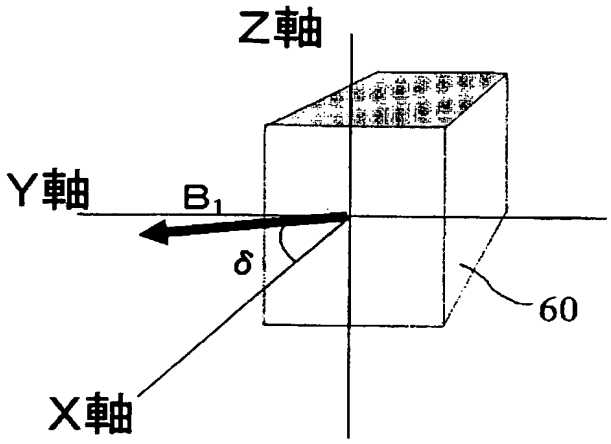


【図５】

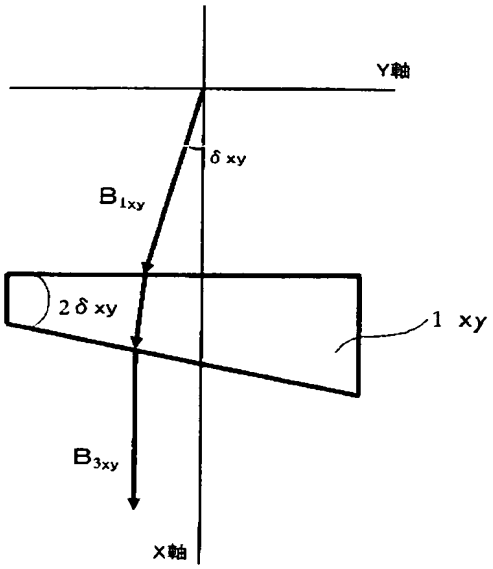
図５



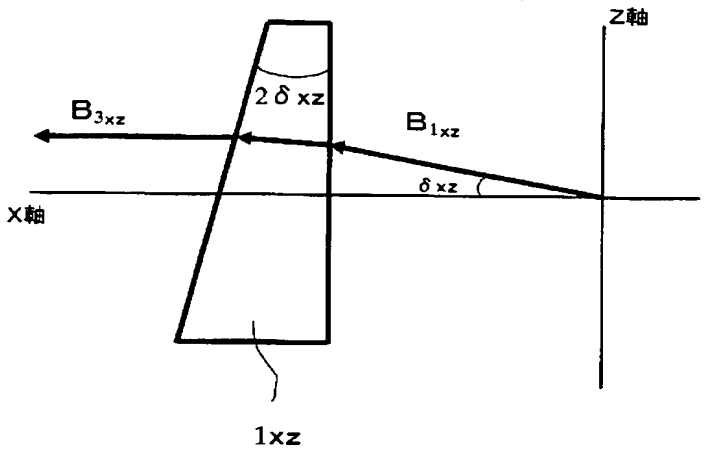
【図６】



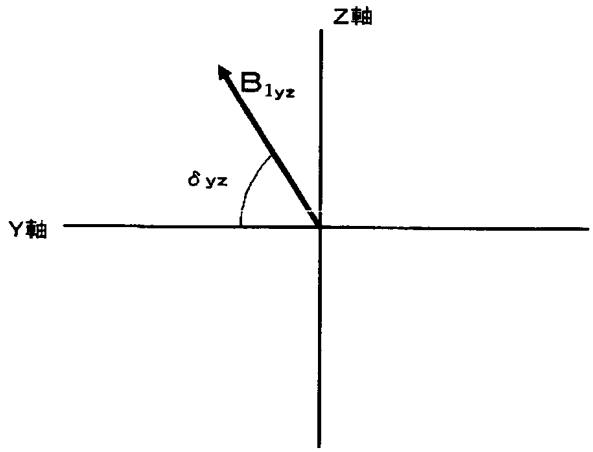
【図７】



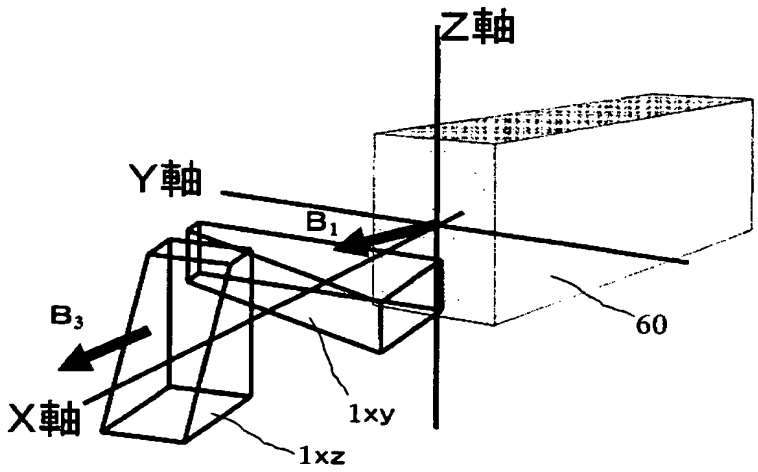
【図８】


Z軸
2δxz
B3xz
B1xz
δxz
X軸
1xz

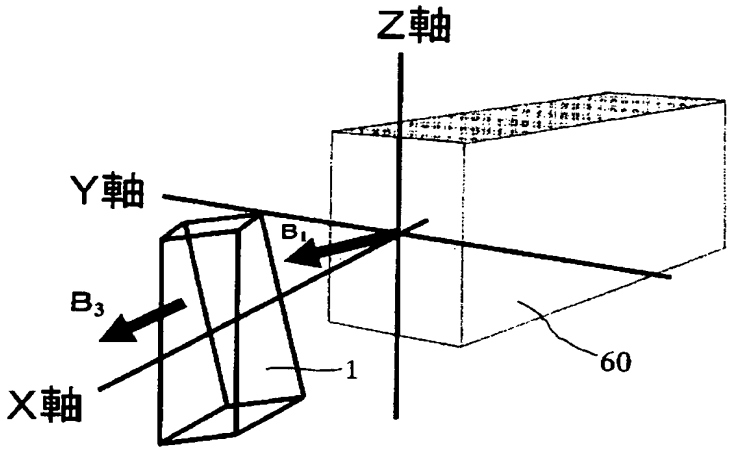
【図９】


Z軸
B1yz
δyz
Y軸

【図１０】


Z軸
Y軸
B1
B3
60
X軸
1xy
1xz

【図１１】



【書類名】　要約書

【要約】

【課題】　ビームの出射角度を簡単且つ高精度に補正することができる角度補正光学素子及びそれを搭載した低価格の複数ライン光を照射できるレーザ墨出し装置を提供する。

【解決手段】　本発明のビーム出射角度補正素子は，ガラス又はプラスチック等の光を透過する平板部材からなり、ビーム入射面と出射面とが所定の角度をなすように形成される。すなわちビーム出射角度補正素子への入射ビームの進行方向に対する角度誤差をθ、角度補正用光学素子の屈折率をｎ、さらに角度補正用光学素子の入射面と出射面がなす頂角をαとした時、頂角$\alpha = \theta /（n-1）$の関係を満たすように入射面と出射面が構成される。この角度補正用光学素子にビームを透過させることによりビームの角度誤差を補正することが可能となる。さらに角度補正光学素子をライン光発生光学系に組み込んでレーザ墨出し装置を構成することにより、非常に高い指示精度を有するレーザ墨出し装置を低価格で得ることが可能になる。

【選択図】　図１

認定・付加情報

特許出願の番号	特願２００２－３０１０８９
受付番号	５０２０１５５１６２６
書類名	特許願
担当官	第一担当上席　　００９０
作成日	平成１４年１０月１６日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】　平成14年10月15日

次頁無

特願２００２－３０１０８９

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００００５０９４］

１．変更年月日　　１９９５年　５月２２日
［変更理由］　　住所変更
住　所　　東京都千代田区大手町二丁目６番２号
氏　名　　日立工機株式会社

２．変更年月日　　１９９９年　８月２５日
［変更理由］　　住所変更
住　所　　東京都港区港南二丁目１５番１号
氏　名　　日立工機株式会社